

JENDL-3の現状

(原 研) 柴 田 恵 一

1. はじめに

日本の評価済み核データライブラリーの第3版 JENDL-3 の評価作業は 1982 年に開始された。そして、1987 年ベンチマークテストのために一時的なファイル JENDL-3 T/Rev. 0 を作成した。このファイルは 97 核種のデータを含み、種々のベンチマーク計算に用いられた。その結果、幾つかの核種については、積分データとの不一致が指摘された。その後、指摘された問題点についての検討及びデータの修正を行い JENDL-3 T/Rev. 1 を作成した。詳細ベンチマークテストは現在進行中である。そして、4 月から評価データは JENDL-3 の General Purpose File として国内利用に供されることとなった。

表 1、2 に示すように収納核種数は General Purpose File が 175 核種、Fission Product File が 172 核種であり全体で 328 核種となる。(両ファイルに共通な核種が 19 ある。) この数字は、ENDF/B-V を上回るものである。

以下では、FP を含めた JENDL-3 の評価について述べるとともに、JENDL-3 の利用上の注意についても触れる。

2. JENDL-3 の評価

2.1 General Purpose File

a) 軽核

軽核では関与する共鳴準位の数もそれほど多くはないので、R 行列理論による評価が多く行われた。(He-3,4、Li-6、Be-9、B-10,11、C-12、O-16等) 一方、軽核特有の 3 体、4 体崩壊反応については理論計算による推定が難しいため、100% 実験値ベースの評価となった。図 1 に核融合ブランケットで重要となる、 ${}^7\text{Li}(n,nt)\alpha$ 断面積を示すが、JENDL-3 の評価値は ENDF/B-IV に比べ 14 MeV で 10% 程小さくなった。図 2 は ${}^9\text{Be}(n,2n)$ 断面積であるが、14 MeV 付近は最近の東北大¹⁾、阪大²⁾ の実験値を基にしており、JENDL-2 に比べ 6% 程下がった。

DDX に関しては、 ${}^6,7\text{Li}$ 、 ${}^{10}\text{B}$ で低エネルギー側の連続中性子成分を表現するために擬似レベルを採用した。

b) 中重核

この領域では、理論計算による評価が広く行われた。前平衡過程を含む統計理論や、DWBA、チャネル結合法に基づき直接過程により JENDL-2 で不十分であった高エネルギー領域で

の断面積の精度が向上した。図3は ^{65}Cu の(n,2n)断面積であるが、JENDL-3の評価は統計理論による計算値で、実験値との一致はかなり良い。図4はドシメトリーで重要な ^{54}Fe (n,p)断面積であるが、このケースは実験値に基づいて評価をした。即ち、低エネルギー側はANLのSmith³⁾、高エネルギー側は原研FNSの池田氏⁴⁾のデータを基にした。

図5は鉄のDDXであるが評価値と阪大の実験値との一致は満足できるものである。主要核種のガンマ線生成断面積及びスペクトルは、主に理論計算により求められた。1例として、図6にSiのガンマ線スペクトルを示すが計算値とORNLの実験値は良くあっている。

c) 重核

重核の評価で特徴的なことは同時評価である。即ち、 $^{235,238}\text{U}$ 、 $^{239,240,241}\text{Pu}$ の核分裂断面積および ^{238}U の捕獲断面積はratioデータを考慮して50keV以上で同時評価を行った。その他の反応については、中重核と同様理論計算を行った。

^{235}U 、 ^{239}Pu の核分裂断面積は、JENDL-3ではJENDL-2にくらべ1MeV以下でそれぞれ3-4%、4-5%程低めの値となった。 ^{238}U の捕獲断面積は、最終的に図7に示すように50-300keVでJENDL-2に比べかなり低めになった。これは、JENDL-3がKazakov⁵⁾のデータにウェイトを置いたためである。この評価結果はFroehner⁶⁾、Poenitz⁷⁾の評価とも一致しており、したがってJENDL-3、JEF-2、ENDF/B-VIはいずれも ^{238}U 捕獲断面積に関し低めの値を与えることになった。

図8は ^{239}Pu の核分裂スペクトルを示す。JENDL-3では、Madland&Nix⁸⁾の推奨値を採用したためマックスウェル型のJENDL-2に比べかためのスペクトルになっている。

2.2 Fission Product File

a) 評価方法

しきい反応断面積はPEGASUSコード⁹⁾により計算された。全断面積、捕獲断面積、弾性・非弾性散乱断面積はCASTHYコード¹⁰⁾による理論計算により評価を行った。計算に用いた光学ポテンシャルパラメータは全核種について検討を行った。分離共鳴パラメータに関しては、出来る限り最新の実験値を収納した。非分離共鳴パラメータはCASTHYで計算された捕獲断面積または測定された捕獲断面積を再現するようにASREPコード¹¹⁾により求められた。

b) ファイル化の現状

分離共鳴パラメータは約150核種についてファイル化が終わっている。非分離共鳴パラメータ及びPEGASUS、CASTHY計算は全核種について作業が終わっている。

3. JENDL-3の利用について

JENDL-3のGeneral Purpose Fileは89年4月から利用できるようになった。(但し、コメントファイルは未収納である。コメントファイルはFPも含めて89年8月末までに収納する予定である。)当面、完全公開になるまでは限定利用とする。従って、利用範囲は原則として国内に限り、かつシグマ委員会内及びその周辺とする。

利用上の注意

- ① JENDL-3に基づく研究結果の公表は制限しない。但し、その結果及び使用経験を速やかに核データセンターに報告するものとする。
- ② 引用については当面以下のようにする。

英文

JAERI Nuclear Data Center: "JENDL-3", Private communication, (1989).

和文

原研核データセンター: "JENDL-3", 私信, (1989).

- ③ JENDL-3の利用に当たってはデータ利用規準に従うものとし、公開までは取扱に十分注意する。

参考文献

- 1) 馬場護他: 87年核データ研究会報文集、JAERI-M 88-065、p.365、(1988)。
- 2) 高橋亮人他: 同上、p.279、(1988)。
- 3) Smith, D.L., et al.: Nucl. Sci. Eng., 58, 314 (1975)。
- 4) 池田裕二郎他: JAERI 1312 (1988)。
- 5) Kazakov, L.E., et al.: Yad. Konst. 3 (1986)。
- 6) Froehner, F.M.: Proc. of the Int. Reactor Physics Conf., Jackson Hole, 1988, Vol. I, P.243, (1988)。
- 7) Poenitz, W.P.: 私信, (1989)。
- 8) Madland, D.G., Nix, J.R.: Nucl. Sci. Eng., 81, 213 (1982)。
- 9) 飯島俊吾他: JAERI-M 87-025, p.337, (1987)。
- 10) 五十嵐信一: J. Nucl. Sci. Technol., 12, 67 (1975)。
- 11) 菊池康之: 私信

表1 JENDL-3 General Purpose File に収録される核種

Z	Nuclide	Z	Nuclide
1	H-1, -2	40	Zr-0, -90, -91, -92, -94, -96
2	He-3, -4	41	Nb-93
3	Li-6, -7	42	Mo-0, -92, -94, -95, -96, -97, -98, -100
4	Be-9	47	Ag-0, -107, -109
5	B-10, -11	48	Cd-0
6	C-12	51	Sb-0, -121, -123
7	N-14, 15	63	Eu-0, -151, -153
8	O-16	72	Hf-0, -174, -176, -177, -178
9	F-19		-179, -180
11	Na-23	73	Ta-181
12	Mg-0, -24, -25, -26	74	W-0, -182, -183, -184, -186
13	Al-27	82	Pb-0, -204, -206, -207, -208
14	Si-0, -28, -29, -30	83	Bi-209
15	P-31	88	Ra-223, -224, -225, -226
16	S-0, -32, -33, -34, -36	89	Ac-225, -226, -227
17	Cl-0, -35, -37	90	Th-227, -228, -229, -230, -232, -233, -234
18	Ar-40	91	Pa-231, -232, -233
19	K-0, -39, -40, -41	92	U-232, -233, -234, -235, -236, -238
20	Ca-0, -40, -42, -43, -44, -46, 48	93	Np-237, -239
21	Sc-45	94	Pu-236, -238, -239, -240, -241, -242
22	Ti-0, -46, -47, -48, -49, -50	95	Am-241, -242g, -242m, -243, -244g, -244m
23	V-51	96	Cm-241, -242, -243, -244, -245, -246, -247, -248, -249, -250
24	Cr-0, -50, -52, -53, -54	97	Bk-249, -250
25	Mn-55	98	Cf-249, -250, -251, -252, -254
26	Fe-0, -54, -56, -57, -58	99	Es-254, -255
27	Co-59	100	Fm-255
28	Ni-0, -58, -60, -61, -62, -64		
29	Cu-0, -63, -65		

*) The nuclide with 0 stands for a natural element.

表2 JENDL-3 Fission Product File に収納される核種

Z	Nuclide	Z	Nuclide
33	As-75	51	Sb-121, -123, -124, -125
34	Se-74, -76, -77, -78, -79, -80, -82	52	Te-120, -122, -123, -124, -125, -126, -127m, -128, -129m, -130
35	Br-79, -81	53	I-127, -129, 131
36	Kr-78, -80, -82, -83, -84, -85, -86	54	Xe-124, -126, -128, -129, -130, -131, -132, -133, -134, -135, -136
37	Rb-85, -87	55	Cs-133, -134, -135, -136, -137
38	Sr-86, -87, -88, -89, -90	56	Ba-130, -132, -134, -135, -136, -137, -138, -140
39	Y-89, -91		
40	Zr-90, -91, -92, -93, -94, -95, -96	57	La-138, -139
41	Nb-93, -94, -95	58	Ce-140, -141, -142, -144
42	Mo-92, -94, -95, -96, -97, -98, -99, -100	59	Pr-141, -143
43	Tc-99	60	Nd-142, -143, -144, -145, -146, -147, -148, -150
44	Ru-96, -98, -99, -100, -101, -102, -103, -104, -106	61	Pm-147, -148g, -148m, -149
45	Rh-103, -105	62	Sm-144, -147, -148, -149, -150, -151, -152, -153, -154
46	Pd-102, -104, -105, -106, -107, -108, -110	63	Eu-151, -152, -153, -154, -155, -156
47	Ag-107, -109, -110m	64	Gd-152, -154, -155, -156, -157, -158, -160
48	Cd-106, -108, -110, -111, -112, -113, -114, -116	65	Tb-159
49	In-113, -115		
50	Sn-112, -114, -115, -116, -117, -118, -119, -120, -122, -123, -124, -126		

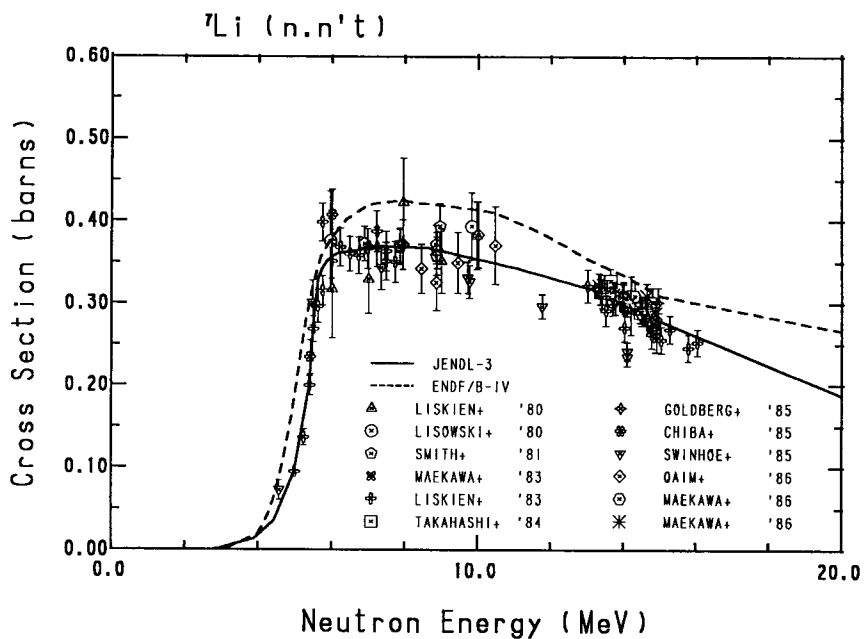


図1 ${}^7\text{Li} (n,nt) \alpha$ 断面積

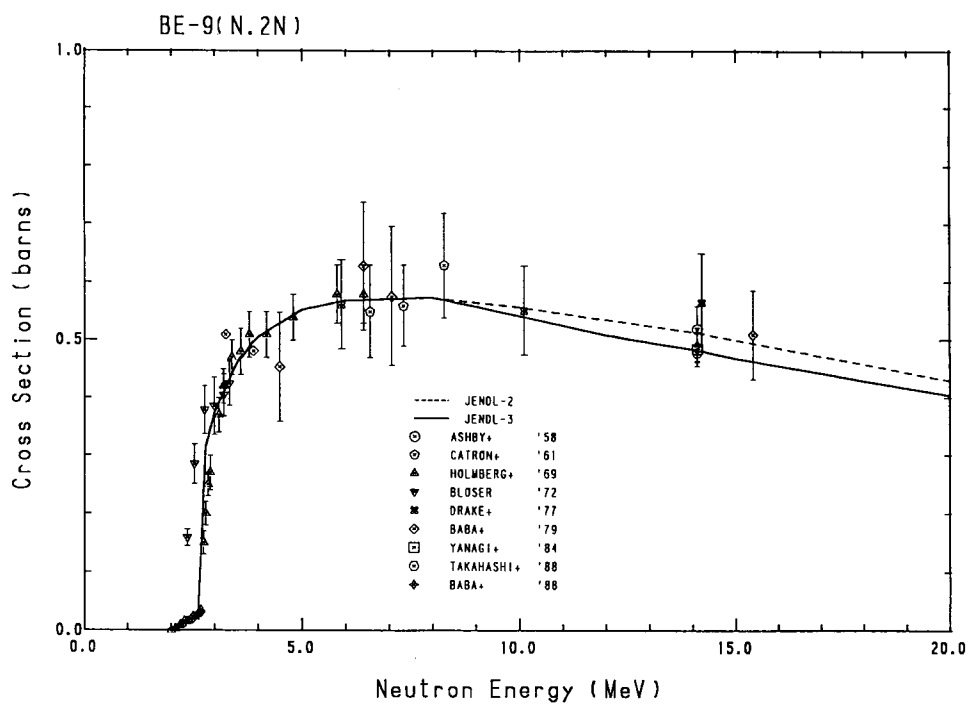


図2 ${}^9\text{Be} (n,2n)$ 断面積

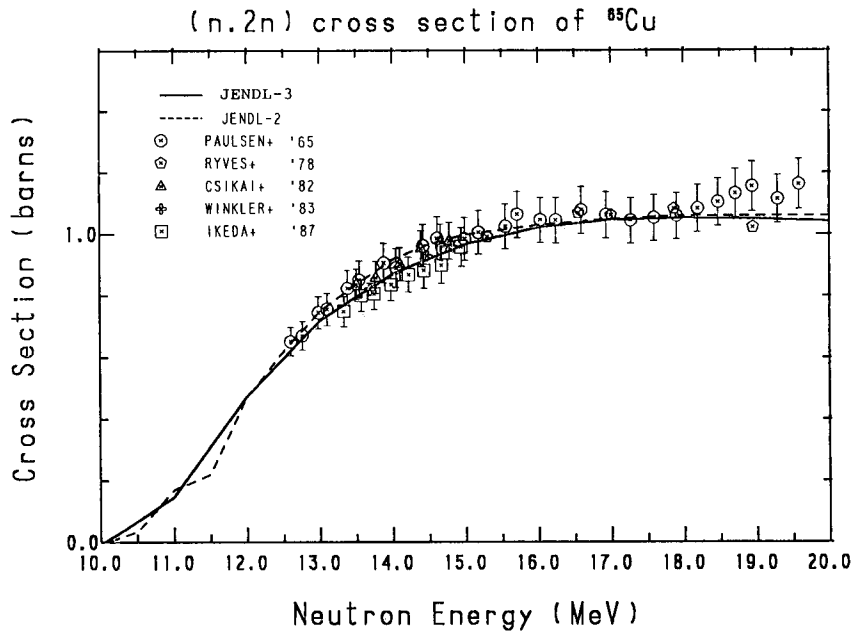


图3 ^{65}Cu (n, 2n) 断面積

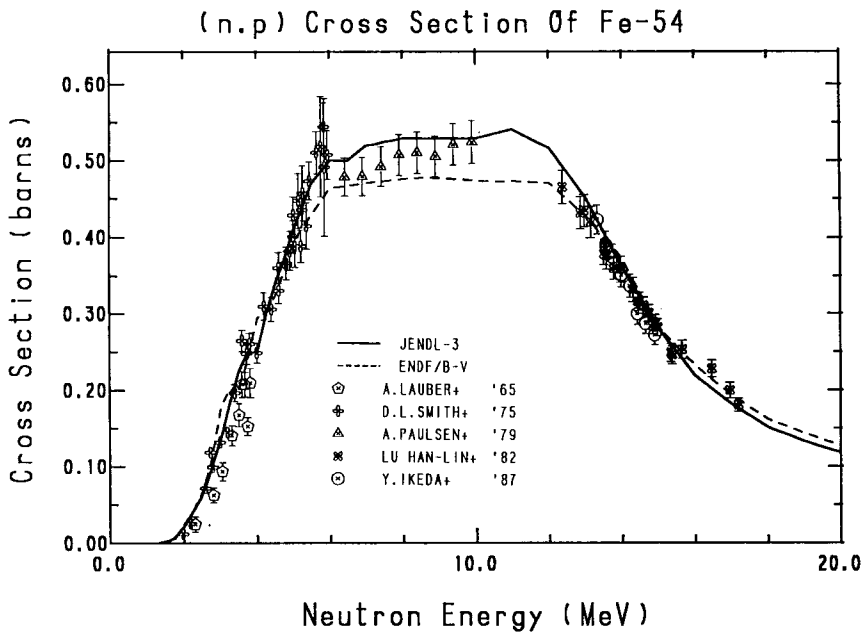


图4 ^{54}Fe (n, p) 断面積

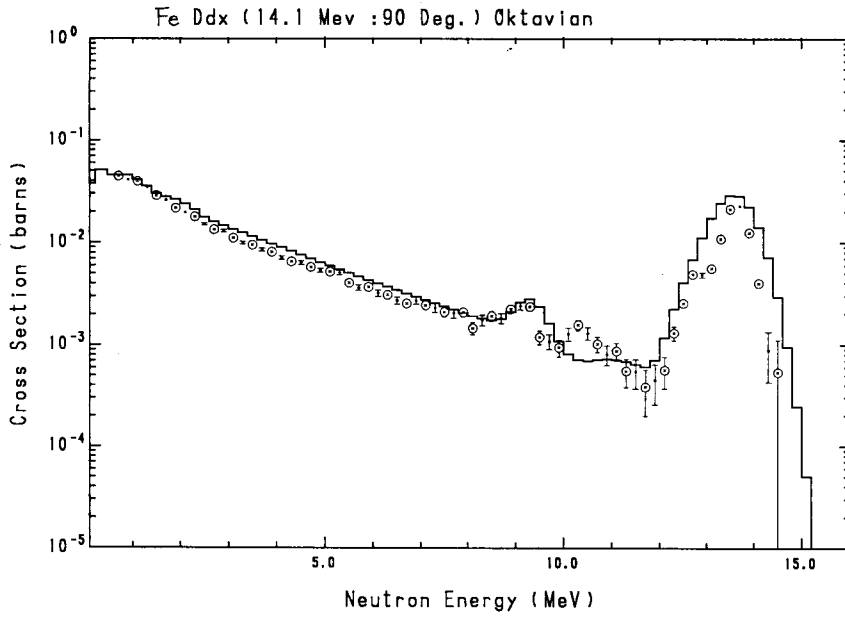


図5 鉄の D D X

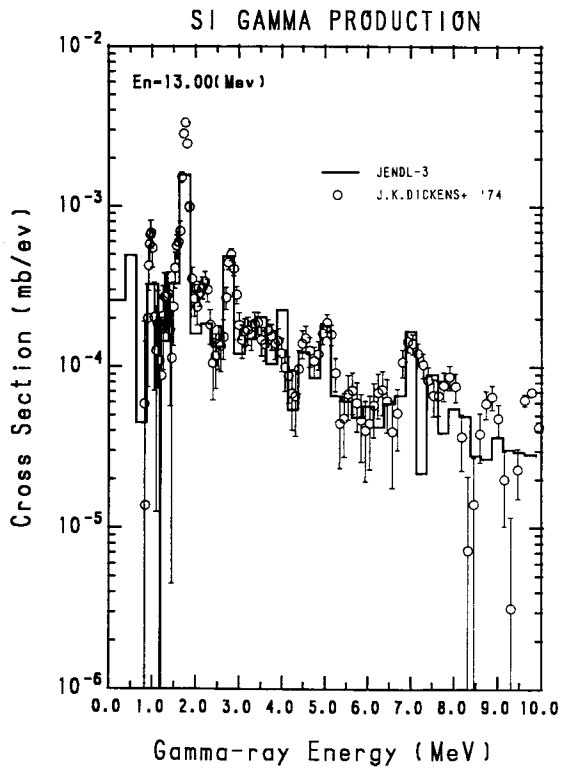


図6 Siのガンマ線スペクトル

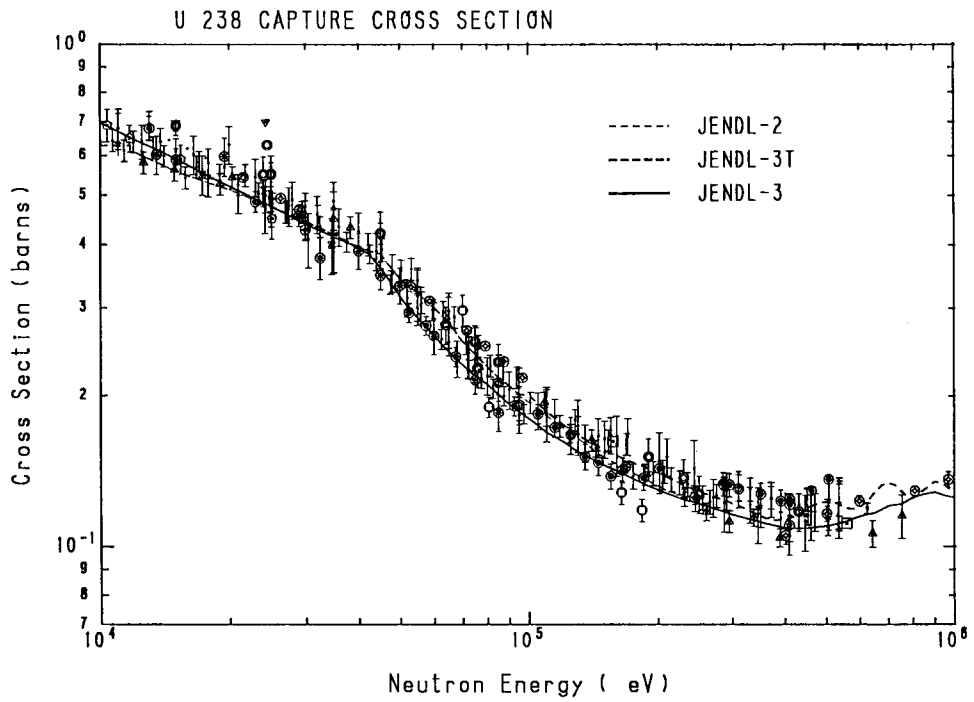


図7 ^{238}U 捕獲断面積

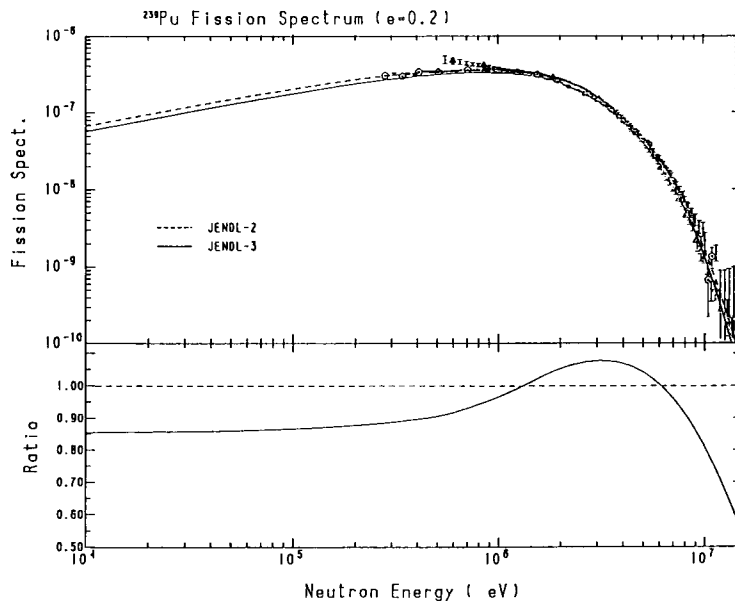


図8 ^{239}Pu の 200 keV における核分裂中性子スペクトル